

ステンレス高力ボルトで接合した炭素鋼板における接合部の腐食性状に関する実験的研究

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○星野 由, 正会員 宮寄 靖大
土木研究所 正会員 大西 孝典
日本鋼構造協会 正会員 志村 保美
日本橋梁建設協会 正会員 小林 裕輔, 正会員 澁谷 敦

1. はじめに

ステンレス鋼は、従来の構造用炭素鋼に比べ高い耐食性を有するため、長期間供用が必然である土木構造物への利用に適している．一方、ステンレス鋼は、炭素鋼に比べて材料費が高いため、腐食が生じやすい箇所のみステンレス鋼に置き換える使用方法が最適であるといえる．このような構造形式を適用した場合、ステンレス鋼と炭素鋼の接合部における異種金属接触腐食が懸念される．本研究では、炭素鋼とステンレス鋼との異材接合部の腐食性状を明らかにし、電氣的な絶縁方法を検討することを目的に、ステンレス高力ボルトを締付けた炭素鋼板の促進腐食試験を実施した．

2. 試験体形状および試験ケース

図1は、本研究の試験片形状を示す．試験片は、炭素鋼板の中央部に直径26.5mmの孔をあけ、ステンレス高力ボルトを挿入し、設計軸力まで締付けたものである．ステンレス高力ボルトには、F10Tと同程度の規格となる10T-SUS（径M22）を用い、比較用としてF10T（径M22）で締付けた試験片も製作した．異種金属接触腐食に対する電氣的絶縁は、座金と炭素鋼の界面に厚さ1mmのエポキシ樹脂板、および座金の接触面にアルミナ溶射した2パターンの方法を用いた．なお、ボルト軸部にはPTFEの絶縁スリーブを設置した．さらに、エポキシ樹脂板は、座金の直径と同一のφ44mm、50mmおよび56mmの3種類の大きさを用いた．表1は、本研究の試験ケースを整理した．表中の試験片名は、絶縁方法、促進腐食試験時の設置角度、高力ボルトの種類および試験片番号を表す．各条件の試験片数は3体とし、例えば、E44-F-SS-1は44mmのエポキシ樹脂、平置き、ステンレス高力ボルトおよび1体目の試験片である．

3. 促進腐食試験方法

図2は、本研究で実施した促進腐食試験の1サイクルの条件を示す¹⁾．この促進腐食試験は、塩水噴霧、乾燥および湿潤の条件を含んだ複合サイクル試験であり、計180サイクル実施した．なお、促進腐食試験中は、30サイクル毎に試験片の配置ローテーションを行った．促進腐食試験後は、試験片から高力ボルトを取外し、ISO8407²⁾に準拠して炭素鋼板の腐食生成物除去を行った．促進腐食試験前および腐食生成物除去後は、炭素鋼板表面を3次元マイクロ스코ープ（キーエンス社製 VR-

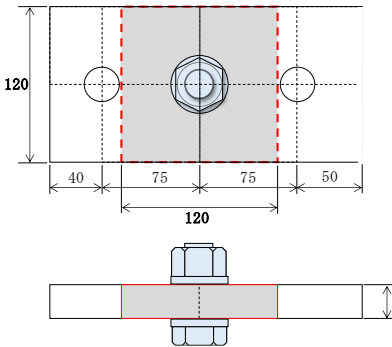


図1 試験片形状

表1 試験ケース

試験片名称		絶縁材料	設置状態	試験片質量 (g)	腐食除去後質量 (g)
None-F-SS	1	なし	平置き	2885.24	2812.49
	2			2895.38	2832.62
	3			2877.92	2815.69
None-V-SS	1	なし	縦置き	2880.16	2818.64
	2			2866.28	2815.13
	3			2901.53	2848.99
None-F-CS	1	なし	平置き	2918.03	2861.14
	2			2880.40	2832.60
	3			2884.70	2838.82
E44-F-SS	1	エポキシ樹脂	縦置き	2877.18	2819.47
	2			2893.21	2842.96
	3			2879.12	2833.09
E44-V-SS	1	エポキシ樹脂	平置き	2826.50	2769.46
	2			2849.72	2794.83
	3			2830.72	2783.39
E50-F-SS	1	エポキシ樹脂	平置き	2812.82	2765.66
	2			2839.98	2795.93
	3			2818.30	2774.80
E56-F-SS	1	エポキシ樹脂	平置き	2849.02	2796.73
	2			2841.65	2792.90
	3			2815.94	2777.63
AS-F-SS	1	アルミナ溶射	平置き	2828.63	2762.57
	2			2806.17	2749.74
	3			2842.19	2775.05

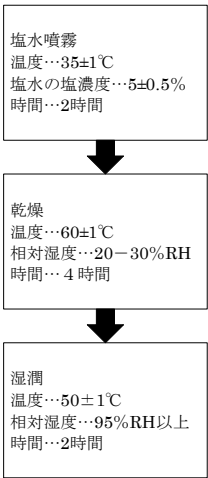


図2 促進腐食試験条件

キーワード 促進腐食試験, ステンレス高力ボルト, エポキシ樹脂板, アルミナ溶射
連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 番地 長岡工業高等専門学校 TEL 0258 - 34 - 9439

3000) により、表面観察を行った。なお、その観察位置は、図 3 に示す赤い枠で示した炭素鋼板中央領域 90mm×70mm であり、ボルト孔の中心を原点とした 30°刻みの観察線 *a* から *l* の計 12 か所の線上に沿った孔の外周から 15mm の範囲を表面評価領域に設定した。

4. ステンレス高力ボルトが取り付けられた炭素鋼板の腐食性状

図 4 は、促進腐食試験により得られた各試験片の換算板厚減少量を示す。同図の縦軸は、式(1)から算出した換算板厚減少量である。

$$t = \frac{m}{A\rho}$$

(1)

ここで、*t* は換算板厚減少量、*m* は質量減少量、*A* は試験片表面の表面積、*ρ* は密度である。同図より、絶縁をせず炭素鋼を 10T-SUS で締付けた None-F-SS の板厚換算減少量は、F10T で締付けた None-F-CS の 1.3 倍となる。また、絶縁方法としてエポキシ樹脂板を使用した試験片は、各 3 体の試験片の結果を平均してみると、E44-F-SS、E50-F-SS および E56-F-SS の順に換算板厚減少量が小さくなっており、座金に対するエポキシ樹脂板の突出長が影響しているものと考えられる。一方、アルミナ溶射を施した試験片 AF-F-SS の結果は、None-F-SS とほぼ同じとなる。

表 2 は、試験前後の炭素鋼板表面腐食深さを解析した結果を示す。これらの値は、腐食前後の表面差分を意味しており、各試験条件の 3 体および各試験片における観察位置 12 か所の結果を全て平均して表している。同表より、Non-F-SS の平均最大差分は None-F-CS の 1.1 倍、平均差分は 1.5 倍であり、異種金属接触腐食の影響が考えられる。E44-F-SS、E50-F-SS および E56-F-SS を比較すると、座金に対してエポキシ樹脂板が大きくなると、平均最大差分および平均差分ともに小さくなっている。特に、E56-F-SS の平均最大差分および平均差分は、None-F-SS の約 0.5 倍である。一方、AS-F-SS の平均最大差分および平均差分は、None-F-SS の約 1.0 倍および 0.85 倍である。

5. おわりに

本研究では、ステンレス高力ボルトを締付けた炭素鋼板の促進腐食試験を行い、その腐食性状を調べた。本研究で得られた成果は、以下の通りである。

- (1) 10T-SUS で直接締付けられた炭素鋼板は、F10T で締付けた炭素鋼板よりも換算板厚減少量および腐食深さが大きい。
- (2) 座金に対するエポキシ樹脂板の突出量が大きくなるに従い腐食が抑制される。

謝辞

本研究は、土木研究所、日本鋼構造協会、日本橋梁建設協会、長岡技術科学大学、長岡工業高等専門学校、早稲田大学、本州四国連絡高速道路との共同研究「耐久性向上のための高性能鋼材の道路橋への適用に関する共同研究」にて実施したものです。関係者の皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 自動車技術会：JASO M 609 自動車用材料腐食試験方法，自動車技術会，1991.
- 2) ISO8407：Corrosion of Metals and from Sorrosion Test Spesimens，ISO，2009.

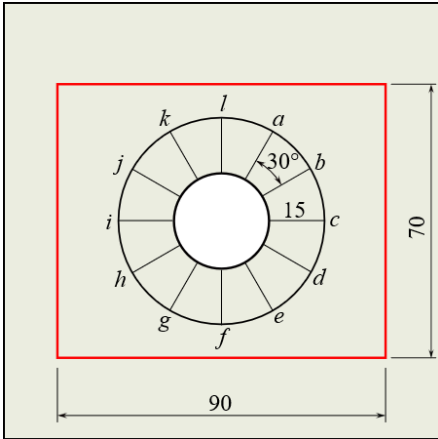


図 3 炭素鋼板表面観察領域

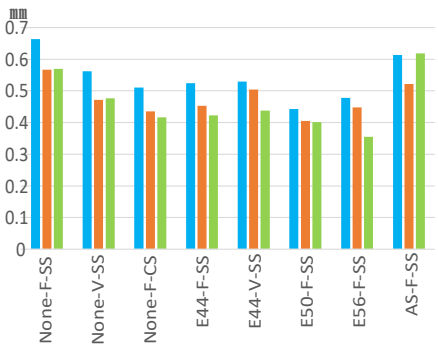


図 4 換算板厚減少量

表 2 平均最大差分と平均差分

	平均最大差分(μm)	平均差分(μm)
None-F-SS	515	204
None-V-SS	477	194
None-F-CS	458	136
E44-F-SS	552	192
E44-V-SS	443	157
E50-F-SS	493	134
E56-F-SS	268	96
AS-F-SS	517	174